



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL
CURSO DE AGRONOMIA

INCORPORAÇÃO DA MUCILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA NA
ELABORAÇÃO DE ARGAMASSA CIMENTO PORTLAND

HELEN CAROLLINE MACÊDO DE OLIVEIRA

AREIA – PB
FEVEREIRO – 2018

**INCORPORAÇÃO DA MUCILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA NA
ELABORAÇÃO DE ARGAMASSA CIMENTO PORTLAND**

HELEN CAROLLINE MACÊDO DE OLIVEIRA

Trabalho apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Areia PB, em observância às exigências para obtenção do título de engenheira agrônoma.

ORIENTADORA:

Prof^a. Dr^a. Fernanda Fernandes de Melo

AREIA - PB

FEVEREIRO– 2018

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia - PB

- O48i Oliveira, Helen Caroline Macêdo de.
Incorporação da mucilagem de palma forrageira na elaboração de argamassa
cimento Portland / Helen Caroline Macêdo de Oliveira. - Areia: UFPB/CCA, 2018.
23 f. : il.
- Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.
- Bibliografia.
Orientadora: Fernanda Fernandes de Melo.
1. Palma forrageira – Mucilagem 2. Cactácea – Aditivo plastificante 3. *Opuntia
ficus* – Argamassa de cimento I. Melo, Fernanda Fernandes de (Orientadora) II.
Título.
- UFPB/CCA CDU: 636.085

HELEN CAROLLINE MACÊDO DE OLIVEIRA

**INCORPORAÇÃO DA MUCILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA NA
ELABORAÇÃO DE ARGAMASSA CIMENTO PORTLAND**

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Fernanda Fernandes de Melo
DSER/CCA/UFPB
- Orientadora -

Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto
UAEA/CTRN/UFCG
Membro Externo

Prof^a. Dr^a. Valéria Peixoto Borges
DSER/CCA/UFPB
Membro Interno

*Aos meus amados e honrados pais Elizete Vicente
de Macêdo e José de Assis Guedes de Oliveira os
quais eu tenho o orgulho de ser filha.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Hoje só tenho primeiramente agradecer a Deus a dádiva da vida para que possa construir meu caminho com muita tranquilidade e agradecer as adversidades principalmente passadas na graduação que foram as mesmas que me ensinaram a ser grata e evoluir como pessoa.

Venho também agradecer a minha mãe por ter sido da forma dela muito companheira e ter me ajudado até mesmo na minha pesquisa o quanto pode, a meu pai pelo grande apoio, a Fátima Queiroz que foi minha segunda mãe, meus avós maternos e em especial minha vó materna Edite Macêdo que sempre esteve de braços abertos para me acolher.

Venho *in memória* da minha tia Maria Erinete que enquanto vida me deu vida, acolhendo e sempre falando que eu era a filha mais velha, dando tanto apoio principalmente na fase da doença e mesmo deixando seu corpo permanece comigo em espírito me guiando e *in memória* a minha vó paterna Maria Guedes.

Peço para reservar um parágrafo somente às pessoas que dá mais vida a minha vida minha irmã Alline Catarine que está sempre ao meu lado trazendo muita alegria e o amor que a vida me presenteou meu irmão Leandro Lima, que mesmo longe sempre estamos conectados pelo amor como se tivéssemos sido educados juntos, a eles todo amor.

Obrigada ao meu namorado Hilber Dantas que chegou a um dos momentos mais importantes, é um grande apoiador, espero que duremos a vida toda e sempre evoluindo.

A toda minha família que sempre foi tão generosa e prestativa, em especial meu tio Elanio e aos novos integrantes Charles Felipe como cunhado e Paulo Roberto como padrasto.

“Os meus amigos eu escolho, São sócios da alegria que eu gosto de levar”, Eliete Nahana, Ingrid Flores, Tatiana Leite, Ronaldo Júnior, Rielder Rolim, “As aziladas”, Daniel Silva, Felipe Sales, Luciana Firmino, Heitor Anjos (que além de amigo consertou meu computador), Leonardo Máximo, Natan Guerra e Conceição Gonçalves, Willyana Aguiar e meus amigos de colégio.

A minha orientadora Fernanda Fernandes que também foi posta em ótima hora, que teve tanta paciência e foi muito companheira e sempre dando a direção usando de sua luz e bondade.

A minha turma 2012.1 que são tantos e que em especial José Luiz, Renata Ranielly e Aedson Cardoso que foi meu primeiro amigo no curso, mas desistiu, mas me ajudou a me envolver em pesquisa.

As pessoas que foram grandes colaboradores que se tornaram amigos, dona Denise, O Mago moto-táxi, Evilásio e sua cantina e Dudu que trabalha no estabelecimento que dei boas risadas, Adriana secretária do departamento de biologia. Tenho muito a agradecer ao Laboratório de Construções rurais e ambiência – LACRA/UFCG, campus I, que me acolheu e em especial ao seu Joselito que foi quem me ajudou muito na nossa pesquisa, sou muito grata por toda a orientação.

E tenho que agradecer a quem me ajudou a conseguir obem estarpara realizar meu trabalho de conclusão de curso, meu psiquiatra Stefan Yohansson e meu psicólogo Stefano Farias, agradeço pelo comprometimento e amizade.

RESUMO

A palma forrageira é uma cactácea rica em água e com baixa concentração de matéria seca, quando processada fornece uma mucilagem bastante espessa capaz de tornar-se um veículo de dispersão de materiais pulverulentos. Nesse trabalho buscou-se em geral avaliar viabilidade da substituição da água por mucilagem de palma na elaboração de argamassa de cimento Portland, pelo qual utilizou a metodologia de extração de mucilagem por meio do processo de retirada da epiderme e cortando o que fica em pedaços menores, usando do congelamento para facilitação da separação da parte seca da líquida e homogeneização da mucilagem junto a água. As argamassas foram produzidas com traço 1:3 e fator água/cimento 0,6. Para analisar a influência da mucilagem na argamassa foram feitos corpos testemunhas (0% de substituição) e com substituição de 30% e 50% de água por mucilagem. Para caracterizar as influências da adição de mucilagem foram realizados os testes de absorção de água e resistência à compressão axial. Os resultados obtidos revelaram que houve um aumento na plasticidade das argamassas, diminuição da absorção de água em até 390% e aumento da resistência à compressão média máxima 25MPa, 12,88% superior à argamassa testemunha. Concluindo-se, dessa forma, que a mucilagem torna as argamassas de cimento Portland mais eficientes, podendo adotá-las como um aditivo plastificante na elaboração de revestimentos e/ou pisos.

Palavras-Chave: aditivo plastificante, argamassa de cimento, *Opuntia ficus*

ABSTRACT

The forage palm is a water-rich cactus with low dry matter content, when processed provides a very thick mucilage capable of becoming a vehicle of dispersion of pulverulent materials. In this work we sought in general to evaluate viability of water substitution by palm mucilage in the elaboration of mortar of Portland cement, by which used the methodology of extraction of mucilage by means of the process of removal of the epidermis and cutting what is in smaller pieces, using the freezing to facilitate the separation of the dry part of the liquid and homogenization of the mucilage together with water. The mortars were produced with 1: 3 traces and water / cement factor 0.6. To analyze the influence of the mucilage in the mortar were made control bodies (0% of substitution) and with substitution of 30% and 50% of water by mucilage. To characterize the influences of the addition of mucilage were carried out the tests of water absorption and resistance to axial compression. The results showed that there was an increase in the plasticity of the mortars, a decrease in the water absorption by up to 390% and an increase in the maximum average compressive strength of 25MPa, 12.88% higher than the control mortar. It is concluded that the mucilage renders Portland cement mortars more efficient, adopting them as a plasticiser additive in the preparation of coatings and / or floors.

Keywords: plasticizer additive, cement mortar, *Opuntia ficus*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Preparação dos cladódios para extração da mucilagem da palma forrageira.....	16
Figura 2 – Mucilagem extraída.....	17
Figura 3 – Comparação percentual entre 30% e 50%.....	19
Figura 4 – Preparação e moldagem das argamassas.....	21

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Resultados da absorção de água (%) das argamassas com substituições de 0, 20 30 e 50% de água por mucilagem de palma forrageira.....
- Tabela 2 – Resultados da resistência à compressão axial (MPa) das argamassas com substituições de 0, 30 e 50% de água por mucilagem de palma 21 forrageira.....

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NBR Norma Brasileira

ABCP Associação Brasileira de Cimento Portland

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
	2.1 Geral.....	12
	2.2 Específicos	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
4	METODOLOGIA.....	15
	4.1 localização do experimento.....	15
	4.2 Preparação e caracterização da mucilagem da palma	15
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

A família Cactaceae é predominantemente neotropical e encontrada principalmente em ambientes áridos e semiáridos, porém cerca de 220 espécies estão adaptadas à vida epifítica em florestas tropicais e subtropicais úmidas, segundo Barthlott (1983).

O uso da palma não se restringe à alimentação animal ou humana. Estudos desenvolvidos por Silva (2015) e Costa (2012) sugerem a sua aplicação como solução antimicrobiana para tratamento animal e aditivo na preparação de argamassas e concretos, mostrando a variedade de aplicações que a planta pode apresentar.

A palma forrageira é uma cactácea rica em água e com baixa concentração de matéria seca, quando processada fornece uma mucilagem bastante espessa capaz de tornar-se um veículo de dispersão de materiais pulverulentos. Essa característica da mucilagem da palma é conhecidamente utilizada na pintura com cal (caiação) e na estabilização de construções com terra.

A mucilagem (sumo) do cacto *Opuntia ficus-indica* possui propriedades aditivas, pois permite a redução do consumo de água das pastas de gesso e modificam a taxa de absorção de água e a resistência à flexão nos corpos de prova moldados. Segundo Iwanowski & Cardoso (2015), a mucilagem de cacto é um gel encontrado abaixo da superfície externa do cacto e contém polissacarídeos de pentoses, hexoses e açúcares livres, e também proteínas.

A busca pela viabilidade técnica e econômica da utilização de novos materiais e resíduos na cadeia produtiva da construção civil tem a intenção de promover um crescimento econômico integrado às necessidades do setor construtivo.

No contexto da utilização da mucilagem extraída de cactáceas na elaboração de argamassas de cimento Portland as informações ainda são escassas, o que gera uma série de incertezas e especulações sobre as melhorias que podem vir a promover. Teoricamente, dadas as características de viscosidade da mucilagem, as argamassas com a sua incorporação poderiam apresentar menores porosidades e consequentemente maiores resistências. E ainda, as mucilagens funcionariam analogamente aos plastificantes, diminuindo o consumo de água e aumentando a resistência mecânica. Em termos quantitativos, as mucilagens poderiam ser usadas em quantidades superiores às de plastificantes ou até mesmo em substituição total a água, aumentando o tempo de disponibilidade de umidade na massa devido à menor velocidade de evaporação.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- Avaliar o efeito da substituição da água por mucilagem de palma na elaboração de argamassa de cimento Portland.

2.2 Específicos

- Definir uma metodologia de extração e tratamento da mucilagem de palma possibilitando a sua aplicação nas argamassas.
- Analisar as melhorias na absorção de água e resistência a compressão axial das argamassas com substituição de água por mucilagem de palma.

3. REFERÊNCIAL TEÓRICO

PALMA FORRAGEIRA

No Brasil estão registradas 160 espécies de cactáceas pertencentes a 32 gêneros (Barroso *et al.*, 1978), dentre as quais 80, subordinadas a 18 desses gêneros, ocorrem na região Nordeste (Barbosa *et al.*, 1996).

Uma grande vantagem adaptativa da palma é ter caule na forma de cladódio, com alto conteúdo hídrico e baixa frequência estomática, de 2.500 a 3.000 estômatos por cm², segundo Pimentel (1998) citado por EMBRAPA (2015). Dessa forma, a perda de água é drasticamente reduzida, o que, associada ao mecanismo diferenciado de abertura e fechamento dos estômatos, torna possível a sobrevivência por longos períodos de estiagem, pelo qual o parênquima esponjoso é responsável pelo volume armazenado de água para o clorênquima, onde está localizado o aparato fotossintético. Isso faz com que o clorênquima se mantenha hidratado, permitindo a fotossíntese mesmo em condições de estresse hídrico prolongado segundo Nobel (2001) citado por EMBRAPA, (2015). Um grande diferencial das cactáceas é seu metabolismo CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), considerando a chave para o sucesso e sobrevivência em regiões áridas e semiáridas (EMBRAPA, 2015).

A palma forrageira é uma planta de extrema importância nas regiões semiáridas por apresentar-se como alternativa de alimentação para os animais de produção nos períodos de escassez de água.

ARGAMASSAS DE CIMENTO PORTLAND

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) a argamassa é um material de construção constituído por uma mistura homogênea de um ou mais aglomerantes (cimento ou cal), agregado miúdo (areia) e água. Podendo ainda, serem adicionados alguns produtos especiais (aditivos ou adições) com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades ao conjunto.

O cimento Portland é um material existente na forma de um pó fino, com propriedades aglomerantes ou ligantes, que endurece sob a ação da água. Depois de endurecido, mesmo sob a ação da água, ele não se decompõe mais. O cimento Portland resulta da mistura em proporções adequadas do clínquer com outras substâncias, tais como o gesso que é o

regulador do tempo de pega, e adições ativas, em proporções que dependem do tipo de aplicação e das características desejadas para o cimento. O cimento Portland comum é formado por aproximadamente 97% de clínquer e 3% de gesso, PAULA (2009).

Quanto a areia ou agregados miúdos, tem origem mineral e constituem as argamassas variando de 0,06 a 2,0 mm, dando referência a quantidade de água utilizada, que implica no poder de resistência mecânica, assim sendo, a água um dos elementos de maior valor na formação das argamassas e precisando atentar na qualidade da mesma, evitando aquelas com excesso de sais solúveis e contaminados.

De acordo com a NBR 11768/1992, que apresenta as características dos aditivos para concreto de cimento Portland, os aditivos se constituem por produtos que adicionados em pequena quantidade de concreto de cimento Portland modificam algumas de suas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições. Nesse contexto ‘destacam-se dos aditivos plastificante e superplastificante, os quais entram na composição das massas cimentícias proporcionando a redução no consumo de água.

Aditivo plastificante (tipo P): Produto que aumenta o índice de consistência do concreto mantida a quantidade de água de amassamento, ou que possibilita a redução de, no mínimo, 6% da quantidade de água de amassamento para produzir um concreto com determinada consistência (ABNT, 1992).

Aditivo superplastificante (tipo SP): Produto que aumenta o índice de consistência do concreto mantida a quantidade de água de amassamento, ou que possibilita a redução de, no mínimo, 12% da quantidade de água de amassamento, para produzir um concreto com determinada consistência (ABNT, 1992).

MUCILAGEM DA PALMA NA ELABORAÇÃO DE ARGAMASSAS

Nos estudos desenvolvidos por Costa (2014) e Monteiro (2015) citado por PAULA (2009), a utilização de mucilagem de palma como substituição parcial de água, faz a função de aditivo, por apresentar resultados satisfatórios tanto na aplicação em argamassas de gesso quanto de cimento.

A mucilagem apresenta grupos hidrofílicos que podem combinar com água para formar soluções viscosas ou géis, sendo que polissacarídeos lineares ocupam mais espaço mais espaço e formam soluções mais viscosas do que os análogos com mesma massa molar

altamente ramificados. Os compostos ramificados formam géis mais facilmente e são mais estáveis porque a interação extensiva ao longo da cadeia não é possível (Monteiro, 2015).

Segundo Monteiro (2015) que cita Magalhães (2009), a mucilagem de cacto utilizada como aditivo para pastas e argamassas de gesso, cal ou cimento melhora a resistência desses materiais, aumenta sua trabalhabilidade, além de ser orgânica, natural e de baixo custo.

No Brasil, a mucilagem é utilizada como agente fixador da cal e, no Nordeste do país, o cultivo do cacto serve para o alimento dos gados bovino e caprino. Na bibliografia consultada, verificou-se que a mucilagem do cacto *Opuntia*, adicionada em pastas e argamassas, de gesso, cimento ou cal, aumentou a resistência desses materiais, em função de suas propriedades aditivas (diminuição da absorção de água e aumento da resistência mecânica) (Magalhães & Almeida, 2010)

4. METODOLOGIA

4.1 Localização do experimento

O trabalho foi conduzido em duas etapas: primeiramente no Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER), do Centro de Ciências Agrárias, Campus II da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), localizado no município de Areia – PB; e posteriormente no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LACRA), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, no município de Campina Grande – PB.

4.2 Preparação da mucilagem da palma

- **Obtenção da mucilagem**

A planta utilizada na obtenção da mucilagem foram 500 g descascada, retirando a epiderme por completo da palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*), selecionando as raquetes ou cladódios (Figura 1) de preferência mais jovens por conter fibras com menor resistência e colhidas pela manhã, para evitar maior estresse de que a planta venha passar. Logo em seguida foram imersas em água à temperatura ambiente.

A retirada da epiderme foi realizada no intuito de evitar alguma coloração na mucilagem obtida. E ainda, a posterior imersão em água permitiu uma melhor extração da

mucilagem e, para tanto, foram utilizadas as proporções de 1:1 (fragmentos de palma/água) por 2h, sob a nossa avaliação, tivemos melhor resultado devido a perecibilidade.



Figura 1. Preparação dos cladódios para extração da mucilagem da palma forrageira¹.

A mistura de fragmentos da palma e água foi congelada por tempo superior a 24h, para que a mucilagem pudesse ter suas cadeias quebradas, facilitando a sua separação, possibilitando a maior precisão no momento da dosagem dos elementos. Após o tempo de congelamento, a mistura foi descongelada à temperatura ambiente, passou um escorredor comum e pesadas, parte seca e líquida, obtendo um rendimento de mucilagem de 40%. No momento da utilização a mucilagem foi homogeneizada através do processamento em um liquidificador.

¹ Autoria própria



Figura 2. Mucilagem extraída².

- **Preparação da argamassa e tratamentos**

Na elaboração das argamassas foi utilizado como aglomerante o cimento Portland CPII Z – 32. A granulometria da areia foi ajustada através do peneiramento entre as malhas 1,4mm e 0,59mm, correspondente às frações relativas de areia de média a fina. A água utilizada foi fornecida pela empresa de abastecimento local.

Foram preparadas uma argamassa testemunha(M0) (0%), elaborada tradicionalmente com cimento Portland, areia e água, e duas argamassas tratamento, preparada similarmente à testemunha, substituindo-se 30% (M30) e 50% (M50) da água por mucilagem, ambas no traço 1:3. O fator água/cimento adotado foi de 0,6 para todas as formulações.

- **Caracterização das argamassas**

As argamassas foram ensaiadas para a determinação da resistência à compressão axial segundo as determinações da NBR 5739/1994; para isso, foram utilizados quatro corpos-de-prova cilíndricos com 5cm de diâmetro e 10cm de altura, submetidos a cura por imersão durante 21 pela qual sua resistência foi determinada. Após o período de cura os

² Autoria própria

corpos-de-prova foram retirados da água, secos ao ar livre por 24hrs e rompidos em uma prensa hidráulica marca CONTENCO, modelo Pavitest, com capacidade de 0 a 24000kgf.

Para avaliar a absorção de água das argamassas, foi utilizada a norma da NBR 9778/1987 que é feito o teste de absorção por imersão. Os três corpos-de-prova foram previamente secados, pesados em balança semi-analítica e posteriormente imersos em água durante 24 h, após as 24h em imersão foram secados superficialmente e novamente pesados. Os percentuais de absorção dos corpos-de-prova foram obtidos através da Equação 1.

$$\text{Absorção (\%)} = [(M_{\text{Sat}} - M_{\text{Seca}}) / M_{\text{Seca}}] \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

M_{sat} = massa do corpo-de-prova saturado

M_{seco} = massa do corpo-de-prova seco

Delineamento experimental

Os resultados foram analisados através das médias pelo teste de Tukey e o delineamento inteiramente casualizado (DIC) para absorção de água e a resistência a compressão axial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

• Caracterização visual da mucilagem

A extração da mucilagem resultou em um gel bastante espesso que impossibilitava a separação das quantias, por não homogeneizar totalmente em água. Quando aplicado o tratamento de homogeneização da mistura, através do liquidificador, o resultado foi satisfatório por permitir a dispersão em meio aquoso sem perder a característica de gel.

Foi visto também que o congelamento além de facilitar a separação das porções, também foi uma ótima medida para o armazenamento, devido à perecibilidade do produto.

Ao utilizar métodos de extração da mucilagem de palma, Monteiro (2015) observou que processo por congelamento se mostrou eficaz. E ainda, que aditivo desenvolvido apresentou vantagens por ser de fonte renovável e de muito menor impacto ambiental que os aditivos industrializados.

- **Caracterização das argamassas**

No preparo das argamassas pode-se notar que as com 50% de substituição da água por mucilagem apresentaram uma maior plasticidade, nítida ao comparar com as demais massas feitas sob mesma circunstância, apresentando uma melhor trabalhabilidade ao compor os corpos e aparentando apresentar maior quantidade de água. Esse efeito está relacionado à viscosidade que a mucilagem apresenta sob a forma de gel aquoso (Figura 2), que combinada a menores granulometrias diminuiu a porosidade da argamassa tornando-a mais lisa e regular, apresentando uma aparência adequada para a aplicação como revestimento, por exemplo.



Figura 3. Aspecto da mucilagem no momento do preparo da argamassa³

Absorção de água

Na Tabela 1 são mostrados os percentuais de absorção de água das argamassas testemunha (0%) (M0), 30% (M30) e 50% (M50) de substituição de água por mucilagem da palma. Ao observar o valor médio de cada tratamento percebe-se uma redução de 390% na absorção para o tratamento M30 em relação à argamassa testemunha. Quando a substituição foi de 50% (M50) houve uma redução de 245% na absorção de água da argamassa. O que pode ser estatisticamente comprovado pelo teste de médias em que a menor absorção ocorreu para substituição de 30% de água por mucilagem.

³autoria própria.

Tabela 1. Resultados da absorção de água (%) das argamassas com substituições de 0, 30 e 50% de água por mucilagem de palma forrageira.

Repetição	Percentual de substituição		
	M0 (0%)	M30 (30%)	M50 (50%)
1	8,6	2,8	3,6
2	8,3	1,8	3,4
3	8,8	2,0	3,6
Média	8,6^a	2,2^C	3,5^B

**Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente entre pelo teste de Tukey a 5%.

A redução na absorção de água pode estar diretamente relacionada à composição da mucilagem, com a presença de compostos que auxiliaram na redução dos poros e redução do volume total de água livre adicionada à argamassa.

Ao estudar a incorporação de mucilagem de palma como aditivo plastificante em argamassas de cimento Portland COSTA (2014), observou que substituições de 50% e 100% apresentaram absorções de água na ordem de 6 e 5% após 72h de ensaio, respectivamente, não diferenciando da argamassa tradicional, porém, o índice de consistência aumentou em quase 9%. E ainda, concluiu que os tratamentos com mucilagem necessitaram de uma menor quantidade de água para atingir a consistência padrão e apresentaram maiores densidades, confirmando que a adição de cacto em gel influenciou positivamente na porosidade e impermeabilidade das argamassas estudadas.

Ainda no teste de absorção, a argamassa com substituição de 50% (M50) teve uma menor representatividade por absorver cerca de 59% a mais de água que a de 30% (M30).

Resistência Mecânica

Originalmente foram moldados oito corpos-de-prova para que fossem selecionados para o teste apenas aqueles que não apresentassem deformidades produzidas no momento da moldagem e/ou desmoldagem, restando quatro repetições. Na Figura 3 são mostradas imagens do preparo dos corpos-de-prova.



Figura 4. Preparação e moldagem das argamassas para o ensaio mecânico⁴.

Os corpos-de-prova dos tratamentos com a mucilagem (M30 e M50) apresentaram resistências à compressão axial superiores aos dos corpos-de-prova da testemunha (M0), como pode ser visto na Tabela 2. Com 30% de substituição observou-se um aumento de 11,18% na resistência, e com substituição de 50% o aumento foi de 12,88%. De acordo com o teste de médias foi observado que a 50% de substituição houve uma diferença significativa com relação à testemunha.

Tabela 2. Resultados da resistência à compressão axial (MPa) das argamassas com substituições de 0, 30 e 50% de água por mucilagem de palma forrageira.

Repetição	Percentual de substituição		
	(M0) 0%	(M30) 30%	(M50) 50%
1	19,0	21,0	29,0
2	17,0	20,0	23,0
3	22,0	25,0	26,0
4	19,5	21,0	22,0
Média	19,4B	21,7AB	25,0A

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente entre pelo teste de Tukey a 5%.

O resultado obtido está relacionado à menor porosidade promovida pela utilização da mucilagem nas argamassas que colabora com o aumento da resistência.

⁴Autoria própria

6 CONCLUSÃO

A palma forrageira apresentou características físicas apropriadas para ser aplicada como um aditivo nas argamassas de cimento Portland II Z escolhido por melhor reagir junto a substâncias que tem maior degradação.

Ao englobar os fatores de respostas com e sem uso da mucilagem, obteve-se a melhor condição a 50% de substituição de água por mucilagem.

As argamassas com substituição de água por mucilagem apresentaram boas propriedades mecânicas, compatível para a aplicação como piso cimentício e também para revestimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Guia básico de utilização do cimento Portland**. São Paulo, 7º ed. 28p. 2002.

_____. **Manual de Revestimentos de Argamassas**. São Paulo, 1º ed. 104p. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5752** – Materiais pozolânicos – Determinação do índice de desempenho com o cimento Portland aos 28 dias. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 5739** – Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 1987.

Barthlott, W. Biogeography and evolution in neo- and paleotropical Rhipsalinae (Cactaceae). **Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg** 7: 241-248. 1983.

BRASIL, D. B.; WAECHTER J. L. Sinopse taxonômica de Cactaceae epifíticas no Rio Grande do Sul, Rio Grande do sul. **Acta Botanica Brasilica**. v. 20, n. 1, p. 225-239, 2006.

COSTA, A. C. S. Utilização de aditivos à base de cacto em argamassa de cimento Portland. 2014. 52 f. **Monografia** (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró – RN, 2014.

FARIAS, P. M; LIMA, L. V. ; LIMA, J. R.; TORRES, L. B. de V. Estudo e otimização do processo de extração da mucilagem de palma forrageira. **Revista Higiene Alimentar**, v. 29, n. 242-243, p. 4774-4778, 2015.

IWANOWSKI, A. J. O. & CARDOSO L.R. **Massa Ortopédica Biodegradável**, CENTRO PAULA DE SOUZA, Campinas, São Paulo, 2015.

LISBOA, M. M. et. al. **Revista Eletrônica Nutritime** Vol. 11 - Número 04– p. 3538- 3546– Julho/Agosto 2014.

MAGALHAES, A. C. T. V.; ALMEIDA, J. G. O Uso da Mucilagem de Cacto em Pastas de Gesso: Efeitos na Absorção de Água e na Resistência à Flexão Estática. **Revista Ambiente Construído** (Online), v. 10, p. 139-151, 2010.

PAULA, L. G. Análise Termoeconômica do Processo de Produção de Cimento Portland com Co-Processamento de Misturas de Resíduos. 2009, 158p. **Dissertação** (Mestrado em Conversão de Energia). Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá – MG, 2009.

SILVA, C. dos S. Avaliação da atividade antimicrobiana, antioxidante e toxicidade aguda da mucilagem de palma forrageira (*Opuntia ficus indica*). 2015, 106f. **Dissertação** (Mestrado em Bioquímica e Fisiologia). Universidade Federal de Pernambuco. Recife - PE, 2015.

SOARES, S. R.; SOUZA, D. M.; PEREIRA, S. W. A avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil. **Coletânea Habitare**, v. 7: p. 96-127, 2006.